

T 2/5/1

2/5/1

DIALOG(R)File 347:JAPIO

(c) 2006 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

05476634 **Image available**

HUMAN BODY COLLATION DEVICE

PUB. NO.: 09-091434 [JP 9091434 A]

PUBLISHED: April 04, 1997 (19970404)

INVENTOR(s): TOYODA HARUYOSHI

KOBAYASHI YUJI

KOSAKA NAOHISA

APPLICANT(s): HAMAMATSU PHOTONICS KK [485540] (A Japanese Company or Corporation), JP (Japan)

APPL. NO.: 07-251027 [JP 95251027]

FILED: September 28, 1995 (19950928)

INTL CLASS: [6] G06T-007/00

JAPIO CLASS: 45.9 (INFORMATION PROCESSING -- Other)

JAPIO KEYWORD: R011 (LIQUID CRYSTALS); R012 (OPTICAL FIBERS); R098 (ELECTRONIC MATERIALS -- Charge Transfer Elements, CCD & BBD); R116 (ELECTRONIC MATERIALS -- Light Emitting Diodes, LED)

ABSTRACT

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain an excellent collation capability by obtaining a correlation between a characteristic pattern going to be registered newly and other comparison pattern in the case of registration of the characteristic pattern and registering the characteristic pattern when the correlation is less than a specific threshold level.

SOLUTION: An arithmetic processing section 60 is provided with a frame memory 5, a CPU 8, a RAM 9 and an HD(hard disk) 10. The frame memory 5 digitizes an output image of a CCD camera 4 and stores the result. The RAM 9 and the HD 10 store a registered fingerprint being a characteristic pattern of a collation object person, its password (ID number) and collation result. The CPU 8 conducts comparison arithmetic operation (correlation arithmetic operation) between a collated fingerprint image received in the frame memory 5 and the registered fingerprint image read from the RAM 9 or the HD 10, compares the obtained correlation with a prescribed threshold level and discriminates the fingerprint to be that of a collated person when the correlation is less than the prescribed threshold level and registers the fingerprint.

?

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-91434

(43) 公開日 平成9年(1997)4月4日

(51) Int. Cl.⁴
G 0 6 T 7/00

識別記号

序内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 6 F 15/62
15/704 6 5
4 6 0 A

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平7-251027

(22) 出願日 平成7年(1995)9月28日

(71) 出願人 000236436

浜松ホトニクス株式会社

静岡県浜松市市野町1126番地の1

(72) 発明者 豊田 晴義

静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ
トニクス株式会社内

(72) 発明者 小林 祐二

静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ
トニクス株式会社内

(72) 発明者 向坂 直久

静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ
トニクス株式会社内

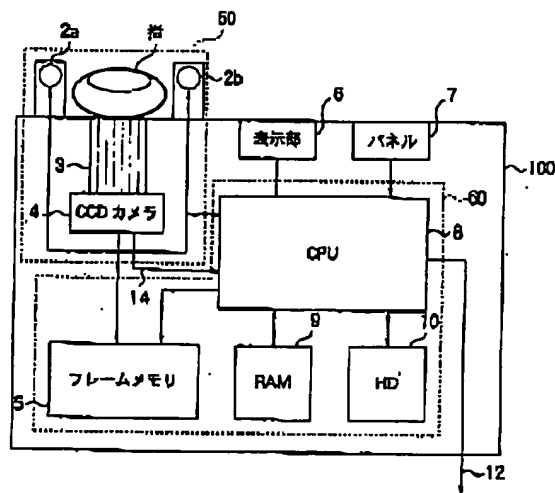
(74) 代理人 弁理士 長谷川 芳樹 (外 3 名)

(54) 【発明の名称】 人物照合装置

(57) 【要約】

【課題】 照合能力の優れた人物照合装置を提供する。

【解決手段】 本発明の人物照合装置は、照合対象者の所定の特徴パターンを参照用に登録された特徴パターンと比較することにより照合対象者が本人であるか否かを判定する装置であり、上記特徴パターンの登録時において新規に登録しようとする特徴パターンと他人の比較用パターンとの間の相関値を求め、この相関値が所定のしきい値以下である場合にその特徴パターンを登録する演算処理手段(60)を備えることを特徴としている。他人の比較用パターンとの相関値がしきい値を上回る特徴パターン、すなわち他人との類似度が高い特徴パターンは参照用パターンとして登録されないで、人物の照合時に他人を本人と誤認する確率、すなわち他人許容率が低減される。



(2)

特開平9-91434

【特許請求の範囲】

【請求項1】 照合対象者の所定の特徴パターンを参照用に登録された特徴パターンと比較することにより照合対象者が本人であるか否かを判定する人物照合装置において、

前記特徴パターンの登録時に新規に登録しようとする特徴パターンと他人の比較用パターンとの間の相関値を求め、この相関値が所定のしきい値以下である場合にその特徴パターンを登録する演算処理手段を備えることを特徴とする人物照合装置。

【請求項2】 前記演算処理手段は、前記相関値を複数の前記比較用パターンについてそれぞれ求め、これらの相関値の最大値が前記しきい値以下である場合に前記特徴パターンを登録することを特徴とする請求項1記載の人物照合装置。

【請求項3】 前記比較用パターンは、複数人から取得した特徴パターン同士の間で相互相関値を求めた結果、所定の基準値以上の相互相関値を所定の頻度以上示したパターンであることを特徴とする請求項1記載の人物照合装置。

【請求項4】 前記比較用パターンは、参照用に登録された前記特徴パターンであることを特徴とする請求項1記載の人物照合装置。

【請求項5】 前記演算処理手段は、新規に登録しようとする前記特徴パターンと参照用に登録された前記特徴パターンとの間の相関値が前記しきい値を上回る場合に参照用に登録された前記特徴パターンを同一人物の予備のパターンに変更することを特徴とする請求項4記載の人物照合装置。

【請求項6】 前記演算処理手段は、前記相関値が前記しきい値を上回る場合に、前記比較用パターンとの間の相関値が前記しきい値以下となるように新規に登録しようとする前記特徴パターンにマスク処理を施してから、この特徴パターンを登録することを特徴とする請求項1記載の人物照合装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、個人固有の特徴パターンの認識に基づいて個人を識別する人物照合装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、重要区域への入退出管理や重要設備の不正操作防止等のため、個人識別の必要性が増大している。個人識別のための人物照合装置としては、指紋や顔、眼底血管像、掌紋、音声、DNAなどの個人固有の特徴パターンを予め登録しておき、照合時に再度特徴パターンを取得して、登録しておいたパターンと照合することにより本人であるか否かを判定するものが従来から知られている。このような人物照合装置は、例えば、林による「個人識別技術とそのニーズおよび期待」（計

測と制御 Vol.25, No.8, 1986 年）に記載されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】こうした人物照合装置を用いて管理区域への入退室や金庫などを管理する場合、本人の認識率を100%にし、同時に他人許容率を0%にすることが理想的である。しかし、実際上は、本人の特徴量と他人の特徴量の間には相関があり、また、本人の特徴量が経時変化したり環境に影響される場合もある。このため、本人が予め登録しておいた特徴パターン及び照合時に本人が入力した特徴パターンとの間の相関値（自己相関値）と、本人が登録しておいたパターン及び他人の特徴パターンとの間の相関値（相互相関値）とを完全に分離することが難しく、他人が本人であると誤認される可能性が残る。

【0004】この事実、セキュリティ装置にとっては最も重要な問題である。例えば、銀行の決済などにおけるセキュリティの問題を例にとると、現在は決済責任者が持つ鍵によってコンピュータによる決済が許可されているが、鍵の管理、紛失、盗用などが大きな問題となっている。こうした鍵の代わりに指紋などの個人情報を用いて、コンピュータが責任者であることを確認し決済を行うようにすれば、鍵の管理などの煩わしきの無いセキュリティシステムが構築できることになる。しかし、前述のように、個人の特徴パターンには他人との類似点が存在する上に、本人の経時変化は許容する必要があるため、他人を本人と誤認する確率は0ではない。このため、他人許容率をさらに低く抑えた照合能力の高い人物照合装置の実現が要望されている。

【0005】本発明は、上記の要望に応えるべくなされたもので、照合能力の優れた人物照合装置を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するために、本発明の人物照合装置は、照合対象者の所定の特徴パターンを参照用に登録された特徴パターンと比較することにより照合対象者が本人であるか否かを判定する装置であって、上記特徴パターンの登録時において新規に登録しようとする特徴パターンと他人の比較用パターンとの間の相関値を求め、この相関値が所定のしきい値以下である場合にその特徴パターンを登録する演算処理手段を備えている。

【0007】本発明の人物照合装置では、他人の比較用パターンとの相関値がしきい値を上回る特徴パターン、すなわち他人との類似度が高い特徴パターンは参照用パターンとして登録されないため、人物の照合時に他人を本人と誤認する確率、すなわち他人許容率が低減される。

【0008】上記の演算処理手段は、上記の相関値を複数の比較用パターンについてそれぞれ求め、これらの相関値の最大値が上記のしきい値以下である場合に特徴パ

(3)

特開平9-91434

ターンを登録することを特徴とするものであっても良い。

【0009】この場合、すべての比較用パターンとの相関値が上記のしきい値以下であるような特徴パターンのみが登録されることにより、他人許容率の低減が実現される。

【0010】次に、上記の比較用パターンは、複数人から取得した特徴パターン同士の間で相互相関値を求めた結果、所定の基準値以上の相互相関値を所定の頻度以上示したパターンであることを特徴とするものであっても良い。

【0011】この場合、比較用パターンは他人の特徴パターンとの類似点が多いたパターン、いわば一般性の高いパターンとなる。この人物照合装置では、このような一般性の高いパターンと類似度の高いパターンの登録が排除されるので、他人許容率が大きく低減される。

【0012】次に、上記の比較用パターンは、参照用に登録された上記の特徴パターンであっても良い。この場合、互いに類似したパターンが同時に登録されるという事態が回避されるので、本人と異なる登録者を本人であると判定する確率が低減される。

【0013】次に、既登録の特徴パターンを比較用パターンとして用いる上記の人物照合装置では、演算処理手段が、新規に登録しようとする特徴パターンと参照用に登録された上記の特徴パターンとの間の相関値が上記のしきい値を上回る場合に参照用に登録されたその特徴パターンを同一人物の予備のパターンに変更するものであっても良い。

【0014】この場合、予備のパターンが照合時の参照用パターンとして用いられるので、既登録の特徴パターンと類似した特徴パターンを有する登録者がその特徴パターンを照合に用いることで本人と照合されるような事態を防止することができる。

【0015】次に、上記の演算処理部は、上記の相関値が上記のしきい値を上回る場合に、上記の比較用パターンとの相関値がこのしきい値以下となるように新規に登録しようとする特徴パターンにマスク処理を施してから、この特徴パターンを登録することを特徴としても良い。

【0016】この場合、マスク処理によって他人の比較用パターンとの類似度を低減した特徴パターンが登録されるので、他人許容率の低減を達成しながら特徴パターンを確実に登録することができ、特徴パターンの登録処理を円滑に行うことができる。

【0017】

【発明の実施形態】以下、添付図面を参照しながら本発明の実施形態を詳細に説明する。なお、図面の説明において同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

【0018】実施形態1

本実施形態の人物照合装置は、個人識別のために用いる個人の特徴パターンとして指紋を利用するものであり、予め照合対象者の指紋を登録しておいて、照合時に取得した指紋画像を登録指紋と照合することにより照合対象者が本人であるか否かを判定する。なお、個人の特徴パターンとしては、指紋以外にも、顔、掌紋、眼底血管像、音声のホルマントパターンなどがあり、本発明の装置は、個人の特徴を示すこれら全てのパターンを利用することができる。

【0019】図1は、本実施形態の人物照合装置100の構成を示す図である。本装置は、照合対象者の指紋を入力するための指紋入力部50、参照用に登録された指紋と照合時に入力された指紋とを比較して本人であるか否かを判定する演算処理部60、操作指示や照合結果を表示するための表示部6、及び本装置100を操作するための各種のスイッチや暗証番号入力用のテンキーが集合した操作パネル7から構成されている。指紋入力部50は、LED（発光ダイオード）2a及び2b、ファイバ光学プレート（以下、「FOP」と略す。）3、並びにCCDカメラ4から構成されている。演算処理部60は、フレームメモリ5、CPU8、RAM（ランダム・アクセス・メモリ）9、及びHD（ハード・ディスク）10から構成されている。また、表示部6としては、液晶ディスプレイやLED表示面等を採用することができる。

【0020】まず、指紋入力部50の構成について説明する。LED2a及び2bは、照合対象者の指紋を撮像する時に照明の役割を果たす発光素子である。FOP3は、多数の光ファイバを束ねて一体化した光学像伝達手段であり、その一方の端面（以下、「入力端面」と呼ぶ。）には照合対象者の指が置かれるようになっており、他方の端面（以下、「出力端面」と呼ぶ。）はCCDカメラ4の受光面に当接されている。CCDカメラ4は、FOP3により伝達される照合対象者の指紋像を撮像するための二次元撮像素子である。

【0021】次に、演算処理部60の構成について説明する。フレームメモリ5は、CCDカメラ4に接続された画像記憶手段であり、CCDカメラ4の出力画像をデジタル化して記憶する。CPU8は、フレームメモリ5に記憶された画像に基づいて比較演算を行い、予め登録しておいた参照用指紋画像と人物照合時に取得した照合用指紋画像との間の相関値を求め、この相関値の大小に基づいて本人であるか否かを判定する。また、このほかにも、操作パネル7のスイッチ操作に応じたLED2a及び2bの発光や、表示部6への照合結果の表示などを制御する。RAM9及びHD10は、照合対象者の登録指紋や暗証番号（ID番号）、照合結果等を記録するためのものである。

【0022】本装置により人物を照合するためには、予め照合対象者の指紋を照合時の参照用に登録しておく必

(4)

特開平9-91434

要がある。図2は、人物照合装置100による指紋登録処理の流れを示す図である。以下では、この図を参照しながら、本装置の動作と指紋登録手順について説明する。

【0023】新たに指紋を登録するには、まず、登録希望者がパネル7のテンキーによりID番号を入力する(図2のステップ201)。本装置では、これによってLED2a、2bやCCDカメラ4の電源が入るようになっている。ID番号を入力すると登録すべき指紋の種類(親指、人差し指など)が表示部6に表示されるので、登録希望者は指定された指をFOP3の入力端面上に押しつける。これが、図2の「指紋パターンの入力」である(ステップ202)。これにより、登録希望者の指紋像がFOP3の出力端面上に形成される。この指紋像は、CCDカメラ4により撮像され、CCDカメラ4が出力するビデオ信号は、フレームメモリ5に送られる。一方、CCDカメラ4は、撮像画像の光量情報を有するモニタ信号14をCPU8に送出する。CPU8は、このモニタ信号14に基づいて撮像画像の光量と所定の基準光量との比較を行い(ステップ203)、撮像画像の光量がこの基準光量を超えていることをもって指紋画像が撮像されたものと判断する。

【0024】さらに、CPU8は、モニタ信号14に基づいて、指紋画像が十分な輝度、面積をもっているか否かを、指紋画像の画質の良否を判断する(ステップ204)。例えば、CPU8は、撮像画像の光量が基準光量

$$cr(u,v) = \iint_{-\infty-\infty}^{\infty-\infty} \{f(x-u,y-v)g(x,y)\} dx dy \quad \cdots(1)$$

【0028】のように表される。cr(u,v)の面で最大値を取れば、位置ずれによらない画像の比較を行うことができる。このことは、谷田貝による「光情報処理におけるフーリエ変換」(光学 第21巻第6号)にも記載されている。

【0029】上記の相関演算(1)は、2回のフーリエ変換を用いて次のように書き直すことができる。

【0030】

$$cr(u,v) = IF\{F\{f(x,y)\} \cdot F^* \{g(x,y)\}\} \quad \cdots(2)$$

ここで、IF、Fはそれぞれ逆フーリエ変換、フーリエ変換を示す。またF*{g}はF{g}の位相共役項を表す。上記のフーリエ変換表示を利用した相関演算のフローチャートを図3に示す。なお、この相関演算は、光演算を用いることにより高速で実行することができる。

【0031】CPU8は、上記の相関演算により登録候補指紋画像と各比較用指紋画像との間の相関値を求めた後、全ての相関値の最大値(最大相関値)と、予め定めておいた相互相関許容値(以下、「しきい値1」と呼ぶ)とを比較する(ステップ207)。

【0032】これについては、やや詳しく説明する。本

を一定時間以上超えていることをもって指紋画像が十分安定しているものと判断する。CPU8は、画質が十分でないとは判断した場合には、「指紋が薄い」、「面積が少ない」、「位置がかたよっている」等のコメントを表示部6に表示する。この場合には、登録希望者に再度、指紋入力を行わせることになる(ステップ205)。

【0025】一方、指紋画像の画質が十分であると判断した場合には、CPU8はフレームメモリ5に画像の取り込みを命令する。これにより、登録希望者の指紋画像は、登録候補指紋画像としてフレームメモリ5に取り込まれる。次に、CPU8は、この登録候補指紋画像と予めCPU8に入力されている比較用指紋画像との比較演算を行う(ステップ206)。本装置では、無作為に選んだ600人から採取した600指の指紋画像をそれぞれ比較用指紋画像として用いている。画像の比較演算については、画像処理の分野でさまざまな手法が提案されており、本願の人物照合装置はいずれの手法を採用することもできるが、本実施形態の装置では、適度な高速性と分離度を持った比較演算として相関演算を採用している。

【0026】相関演算では、一つの比較用指紋画像 $f(x,y)$ と登録候補指紋画像 $g(x,y)$ との相関度 $cr(u,v)$ は、

【0027】

【数1】

発明者らの調査によれば、指紋には、他人の指紋と大きな相互相関を示す指紋(似通った特徴を持つ指紋)と、そうでない指紋とが存在する。図4(a)~(c)は、調査対象の500指の中から任意に選んだ3つの指紋A、B、Cについて、本人を除く499指の相互相関値を求めた結果を表すヒストグラムである。ここで、図4の横軸は相関値を示しており、縦軸は対応する相関値が得られた頻度を示している。なお、図4に示されている頻度は、 $n \leq (\text{相関値}) < n+1$ (n は、0以上の整数)の頻度を積算したものである。相互相関値を求めるのに用いた相関検出器(CCD検出器)の最大相関値は255である。また、相関検出器のダークレベルは、図4(a)~(c)の相関値18において現れており、最大の頻度レベルを示している。

【0033】図4から明らかなように、指紋Aでは最大相互相関値が23であるのに対して、指紋Cでは最大相互相関値が41というように指紋によって相互相関値の分布が大きく異なっていることがわかる。そして、指紋Cは他人の指紋との共通点を多く持つため、他人と本人とを区別する特徴パターンとしては不適當であり、逆に

(5)

特開平9-91434

他人の指紋との共通点が最も少ない指紋Aが最適ということになる。

【0034】本装置では、上記の指紋Cのような、他人の指と大きな相互相関を示す指紋を登録しないように、登録希望者の指紋を他人の指紋（上記の比較用指紋）と比較している。具体的には、登録候補指紋と比較用指紋との間の最大相関値がしきい値1を上回っている場合は、CPU8は登録候補指紋の登録を拒絶し、登録指を他の指に変更すべき旨（「指紋不適合」、「他の指紋をお使いください」等）を表示部6に表示する。この場合、登録希望者は、登録指を他の指に変更して再び指紋パターンの入力からやり直すことになる（ステップ208）。一方、最大相関値がしきい値1以下の場合には、CPU8は、登録候補指紋画像をRAM9やHD10に記録する。これにより、登録希望者の指紋登録が完了する（ステップ209）。このとき、CPU8は、登録が完了した旨を表示部6に表示する。

【0035】なお、上記のように最大相関値としきい値1とを比較する代わりに、①各相関値を順次にしきい値1と比較していき、しきい値1を上回る相関値が確認された時点で登録を拒絶したり、②全ての相関値としきい値1とを比較し、しきい値1を上回る相関値の数が所定数に達した時点で登録を拒絶するようにCPU8を設定しても良い。

【0036】また、登録指をけがした場合等を想定して予備の指紋を登録しておく場合があるが、この場合にも上記と同様に予備指紋と比較用指紋との間の相関値を求めてしきい値1との比較を行い、登録の可否を判断するようにすると良い。

【0037】次に、人物照合装置100の人物照合処理について説明する。図5は、本装置による人物照合処理の流れを示す図である。

【0038】まず、照合対象者は、操作パネル7のテンキーにより暗証番号を入力する（ステップ211）。CPU8は、この暗証番号に対応して登録された指紋画像をRAM9又はHD10から読み出すとともに、その登録指紋の種類（人差し指、親指など）を表示部6に表示する。照合対象者がこの表示にしたがって指をFOP3の入力端面に押しつけることにより（ステップ212）、照合用の指紋画像がCCDカメラ4によって撮像され、撮像された画像はフレームメモリ5によって取り込まれる。

【0039】次に、CPU8は、フレームメモリ5に取り込まれた照合用指紋画像とRAM9又はHD10から読み出した登録指紋画像との比較演算を行う（ステップ213）。比較演算の方式としては前述の相関演算を採用している。

【0040】この後、CPU8は、求めた相関値を所定のしきい値（以下、しきい値2と呼ぶ）と比較する（ステップ214）。相関値がしきい値2以下の場合には、

CPU8は、照合の試行回数と予め定められた限度回数とを比較する（ステップ215）。試行回数が限度回数を超えている場合には、CPU8は、タイムオーバーとして照合対象者を他人と判断する（ステップ216）。この場合、CPU8は、表示部6に本人と判定できない旨を表示したり、ブザーを鳴らして警告をしてから処理を終了する。また、銀行のCD装置などで行われているように、同じ暗証番号で連続3度照合に失敗した場合には、その登録指紋は使用禁止にし、予備の指紋を登録してある場合には他の登録指紋を参照指紋として用いたり、システム管理者による後処理（指紋の再登録など）を行うようにしてもよい。一方、試行回数が限度回数以下である場合には、CPU8は、再度、指紋を入力すべき旨を表示部6に表示する。この場合、照合対象者は、再び指紋入力からやり直すことになる（ステップ217）。

【0041】相関値がしきい値2を上回っている場合には、CPU8は照合対象者を本人と判断し、照合信号12を本装置100に接続された外部機器に出力する（ステップ218）。例えば、外部機器が電磁扉である場合、照合信号12は扉の解錠信号となり、電磁扉のロックを解除することになる。また、外部機器が重要設備の使用管理装置である場合は、照合信号12はその設備の使用許可信号となり、その設備を照合対象者の使用が可能な状態にセットする。以上により、本装置による人物照合作業が完了する。

【0042】なお、本実施形態では、入力された指紋画像をフーリエ変換しないまま登録し、人物照合時の相関演算において登録指紋画像をフーリエ変換しているが、代わりに、入力指紋画像を比較用指紋画像と比較した後、フーリエ変換してから登録するようにCPU8を設定しても良い。この場合、人物照合時の相関演算において登録指紋のフーリエ変換を行う必要はない。

【0043】上述のように、本実施形態の人物照合装置では、比較用指紋との相関値が大きい指紋、すなわち他人の指紋と類似性の高い指紋の登録を排除し、いずれの比較用指紋とも類似性の高くない指紋のみを登録する。この結果、照合時に用いるしきい値2を従来と同じ値に設定した場合でも他人許容率を低減することができ、しきい値2を従来よりも低く設定した場合には、従来よりも本人排他率を低減し、なおかつ他人許容率を低減するか、あるいは従来と同程度に維持することができる。このことを説明するために、以下では、本発明者らが過去に行った実験の結果を紹介する。

【0044】本願の発明者らは、相関演算による指紋照合を用いた従来の指紋認識装置を作成し、600人から採取した指紋を用いて誤認識率の調査を行った。図6（a）はその調査結果を示す図であり、図6（b）は（a）を拡大し、誤認識率を対数表示した図である。なお、この調査結果は、1995年5月26日に行われた

(6)

特開平9-91434

第10回画像センシングシンポジウムでの「光学的相関演算を用いた指紋照合装置」で紹介したものである。

【0045】誤認識率は、①本人を他人と誤認する本人排他率と、②他人を本人と誤認する他人許容率の二種類について調査した。本人排他率の調査では、まず、同一人物の同じ指の指紋を指紋認識装置に4回入力し、その4つの指紋画像の中から最も安定した指紋画像を参照指紋として登録し、次に、残り3個の指紋画像をそれぞれ参照指紋と相関演算して、その3回の相関演算結果の最大値を求める。人物照合装置では、この相関演算結果の最大値が所定のしきい値よりも大きい場合に照合対象者が本人であると判定され、逆に最大値がしきい値以下である場合に本人が他人であると誤認される。従って、本発明者らは、600人について上記の相関演算を行い、600人のうち何人について相関演算結果の最大値がしきい値以下となるかを調査することで、本人排他率を求めた。この本人排他率 ErrACP は、次のように表される。

【0046】

【数2】

$$\text{ErrACP} = \frac{\int_0^{th} \text{ACP}(x) dx}{n}$$

【0047】ここで、 x は相関値（相関演算結果）、 $\text{ACP}(x)$ は相関値 x の頻度、 th はしきい値、 n は調査人数（この調査では、600）を表す。この本人排他率を様々なしきい値の下で求めた結果を示したものが、図6において「自己相関」と表示されるグラフである。

【0048】次に、他人許容率の調査では、まず、他人同士の指紋を用いて相関演算を行い、その相関演算結果と所定のしきい値とを比較する。人物照合装置では、相関演算結果の最大値がしきい値よりも大きい場合に他人が本人であると誤認される。従って、本発明者らは、600×599回の相関演算を行い、そのうち何回、相関演算結果がしきい値を上回るかを調査することで、他人許容率を求めた。この他人許容率 ErrCCP は、次のように表される。

【0049】

【数3】

$$\text{ErrCCP} = \frac{\int_{th}^{\infty} \text{CCP}(x) dx}{n \times (n-1)}$$

【0050】ここで、 x は相関値（相関演算結果）、 $\text{CCP}(x)$ は相関値 x の頻度、 th はしきい値、 n は調査人数（この調査では、600）を表す。この他人許容率を様々なしきい値の下で求めた結果を示したものが、図6において「相互相関」と表示されるグラフである。

【0051】図6に示されるように、しきい値の変化に

伴う誤認識率の変化の方向は、本人排他率と他人許容率とで反対である。具体的には、本人排他率はしきい値を低くするほど低くなるのに対し、他人許容率はしきい値を低くするほど高くなる。例えば、本人排他率のグラフと他人許容率のグラフは互いに誤認識率0.002程度で交差しており、このときの値にしきい値を設定すると、他人を99.8%排除できる状態で本人が99.8%認識できることになる。これよりも他人を許容する確率を小さくするためには、しきい値を左よりに設定すればよいが、この場合は本人を排除する確率が大きくなる。

【0052】このことは、指紋を個人の特徴パターンとして用いた場合に限られるものではない。例えば、Sandia国立研究所研究報告の“A performance evolution of biometric identification devices” (1991)の59頁右下図には、米国で市販されている（日本ではヤマヤシステムが代理店）掌紋認識装置の認識率調査の結果が示されている。この図の縦軸は誤認識率を示しており、0に近いほど性能が優れている。また、横軸は装置のしきい値に対応しており、この値をどこに設定するかにより誤認識率に変化する。誤認識率は、上記調査と同様に、本人排他率と他人許容率とによって評価されている。この調査結果においても、しきい値を低くするほど本人排他率が低くなるのに対し、しきい値を低くするほど他人許容率が高くなる傾向が示されている。

【0053】本実施形態の人物照合装置では、他人の指紋と類似性の高い指紋の登録を排除しているため、図6の他人許容率のグラフを下方向にずらす、すなわち他人許容率を全体的に低減する効果を奏する。このため、本実施形態の人物照合装置では、しきい値を従来より低めに設定して本人排他率を低くし、なおかつ従来よりも他人許容率を低減し、あるいは従来と同程度に維持することが可能になる。このように、本実施形態の人物照合装置は、従来よりも優れた照合能力を有している。

【0054】なお、本実施形態の人物照合装置において人物照合時に用いるしきい値2は、要求される本人排他率や他人許容率を決定した上で、図6のような調査結果に基づいて設定することができる。例えば、本人排他率を0.002程度にするとき、図6に基づいて、しきい値2を35程度に設定することになる。一方、指紋登録時に用いるしきい値1（相互相関の許容値）は、図6に示される相互相関のグラフを参考にしながら、しきい値2と同じか、それよりも低い値に設定すると良いであろう。但し、あまり低い値に設定すると頻繁に指紋を取り直さなければならなくなることに注意すべきである。

【0055】また、本実施形態の人物照合装置を用いてセキュリティシステムを構成する場合、システム管理者（登録管理者）が登録希望者が本人であるか否かを従来の指紋認識装置で確認してから本装置による登録操作を許可するようにすると、より厳重にセキュリティ管理を行うことができる。

(7)

特開平9-91434

【0056】実施形態2

本実施形態の人物照合装置は、実施形態1とほぼ同様の構成を有しているが、比較用指紋として既に登録された照合対象者の指紋を用いる点が実施形態1と異なっている。

【0057】この装置では、既に登録された指紋と類似性の高い指紋の新規登録が排除されることになる。これにより、例えば、人物照合装置を用いて銀行の決済を許可するようなシステムにおいても、照合装置の登録者が他の登録者をかたって決済を行うことを防止することができる。

【0058】なお、登録済みの指紋数が多い場合などには指紋登録時に取り直しが頻繁に起こる可能性が高くなるが、このような場合には、登録する人について複数の指紋（例えば、両手5指で計10指）を採取して保管するようにし、それらの中から最も登録指紋としてふさわしいもの（相互相関が少なく、コントラストがよく、再現性の高いもの）を、登録指紋として採用する方法を用いてもよい。具体的な操作としては、図2の「指紋パターンの入力」（ステップ202）において、左右の全ての10指についてそれぞれn回ずつ指紋を採取する。次に、それぞれの指の指紋について以下の評価項目を吟味し、最も優れたものを参照用の指紋として登録する。

【0059】①他の登録指紋全てとの相互相関の最大値が大きいものは、適していない

②指紋画像のコントラスト及び面積が大きいものは、適している

③n回採取した指紋画像どうしの自己相関値が大きいものは、再現性が高いので適している

なお、本実施形態の装置において、上記のように1人について複数の指紋画像が保管されている場合に、既登録指紋との相互相関値が高いために登録が拒絶された指紋があったときには、CPU8は、その既登録指紋を人物照合時に参照する指紋としては用いないことにし、代わりに保管してある他の指紋を用いるようにしても良い。この場合、CPU8は、登録指紋が変更された照合対象者の照合を行う時、暗証番号が押された時点で、変更された指紋に対応した指を置くべき旨の指示を表示装置に表示する。このようにすれば、コントラストや面積の点では最適でなくとも、他人の指紋と類似性の低い指紋を用いて人物照合を行うことになるから、照合能力を高め、より安全性の高いセキュリティシステムを構築することができる。

【0060】実施形態3

本実施形態の人物照合装置は、実施形態1と同様にして登録候補指紋と比較用指紋との比較を行った後、さらに演算処理部が登録候補指紋のマスク処理を行うことによって登録が拒絶された指紋の類似性を削減し、その指紋の登録を可能にすることを特徴としている。すなわち、本実施形態の人物照合装置では、実施形態1の場合と同

様に比較用指紋と登録候補指紋との間の相関値を求め、これをしきい値1と比較した結果、相関値がしきい値1を上回った場合には、CPU8が登録候補指紋画像の中の類似性の高い領域に対して所定のマスク処理（削除又はぼかし）を施してからその指紋を登録するようになっている。このマスク処理は、相関値がしきい値1を上回ったときは常に行うようにしても良いし、相関値がしきい値1を上回った場合はとりあえず他の指の指紋で登録を試みて、全ての指紋について登録が拒絶されたり、他に適当な指紋が存在しない場合（指紋面積が小さかったり、指紋の薄い指が多い場合等）に初めてマスク処理を行うようにしても良い。

【0061】マスク処理の一例を挙げれば、次のようになる。図7に示すように、指紋画像を4×4ドット程度にブロック分けし、その中から選択したブロック内のパターンを消去して、比較用指紋との相関値が許容値（しきい値1）以下になるようにした後、その指紋画像を登録する。

【0062】マスク処理のマスクパターン $MASK(x,y)$ としては、以下のようなものを使用することができる。例えば、指紋画像の一部を消去するマスク処理を行う場合は、

$MASK_1(x,y)=0$ （消去すべきブロック）

1（そのままのブロック）

を用いることができる。

【0063】この場合、マスク領域のエッジ部分の輝度値が急峻に変化していると、マスク処理済の指紋画像にフーリエ変換を施す場合に、マスクパターンのフーリエ変換像が特徴的な信号となって現れる。このため、指紋にマスクパターンを重ねて入力された場合には、大きな相関値が算出されて、他人が本人と誤認されてしまうおそれがあることになる。このようなケースは稀と思われるが、このような事態を回避しようとする場合は、マスクパターンのフーリエ変換像をなるべく弱くしてマスクパターンが人物照合に及ぼす影響を減少させる必要がある。このためには、マスク領域のエッジ部分の値が急峻に変化しないように、マスク領域の境界部分についてぼかし操作を加えた方が望ましい。この場合には、例えば、上記のマスク処理に加えて、マスク領域とその周囲の領域との境界部分に対してスムージング用の近傍演算マスクを用いたマスク処理を施せばよい。このマスク処理の一例を、以下に示す。

【0064】 $MASK_2(x,y) = \{4 \times MASK(x,y) + MASK(x-1,y) + MASK(x,y-1) + MASK(x+1,y) + MASK(x,y+1)\} / 8$

このマスク処理を複数回行うことにより、エッジの部分は徐々に緩やかな勾配を持つようになるので、マスクパターンが人物照合に及ぼす影響も低減されることになる。

【0065】次に、上記の消去用マスク $MASK_1$ の代わりにスムージング用の近傍演算マスク $MASK_2$ を用いて

(8)

特開平9-91434

マスク領域全体にマスク処理を行うことにより指紋の縞を直接ぼかす方法でも、当該部分の画像消去と同等な効果を持つ。この場合のマスク処理回数は、指紋の縞間隔のドット数 n に比してこの縞が平均化されるまで（通常は、 n 回程度）行う。

【0066】また、指紋画像そのものに対してマスク処理を行うのではなく、フーリエ変換面（空間周波数面）でマスク処理を行う方法もある。これは、登録希望者から採取した指紋画像 $g(x,y)$ を一度フーリエ変換した画像 $F(g(x,y))$ に対してマスク処理を施すものである。この場合、CPU8は、登録候補指紋画像をフーリエ変換し、その変換結果にマスク処理を施したものを参照フィルタとして登録する。従って、この場合の指紋登録処理のフローチャートは、図8のようになる。なお、人物照合時の相関演算では、上記の参照フィルタを位相共役化し、これを照合用に採取した指紋画像のフーリエ変換結果と乗算することになる。

【0067】図9及び図10は、フーリエ変換面でのマスク処理の例を示すものである。この図のようにマスクの中心から放射状に伸びた線により仕切られるブロック（図9）や同心円環状のブロック（図10）をマスクし、相互相関に特に影響の大きいブロックを消去、すなわち相当するブロックの値を0することによりマスク処理を行うことができる。ここで参照フィルタ $filter(x,y)$ は、

$$filter(x,y) = MASK(x,y) \times F^*(g(x,y))$$

と表される。 $MASK(x,y)$ としては、消去用の2値マスクのほかにも、ぼかしマスク等を用いることができる。

【0068】本実施形態の装置は、実施形態1や2と同様に高い照合能力を有する上、他人の指紋と類似性の高い指紋を入力した場合でも入力をやり直す必要がないので、迅速で煩わしさの少ない指紋登録が可能である。

【0069】本実施形態の装置が特に有効となるのは、指紋以外の個人特徴パターンであって選択肢が少ないものを用いる場合である。例えば、眼底血管像や掌紋などは左右の2つしか選択の余地がないため、いずれもが他人のパターンと相関が高くなり登録が困難となる可能性が指紋に比較して高い。本実施形態の装置では、このような場合でも特徴パターンの登録が可能になり、しかも本願の特徴である高い照合能力を発揮することができる。

る。

【0070】

【発明の効果】以上、詳細に説明した通り、本発明の人物照合装置は、他人の特徴パターンとの類似度が高い特徴パターンを参照用の特徴パターンとして登録しないので、他人許容率を低減し、優れた照合能力を発揮することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の人物照合装置の一形態の構成を示す図である。

【図2】図1の人物照合装置による指紋登録処理の流れを示す図である。

【図3】相関演算のフローチャートを示す図である。

【図4】調査対象の500指の中から任意に選んだ3つの指紋A、B、Cについて、本人を除く499指の相互相関値を求めた結果を表す図である。

【図5】図1の人物照合装置による人物照合処理の流れを示す図である。

【図6】600人から採取した指紋を用いて従来の人物照合装置の誤認識率の調査を行った結果を表す図である。

【図7】指紋画像に対するマスク処理の一例を表す図である。

【図8】登録候補指紋画像をフーリエ変換し、その変換結果にマスク処理を施したものを参照フィルタとして登録する場合の指紋登録処理のフローチャートを示す図である。

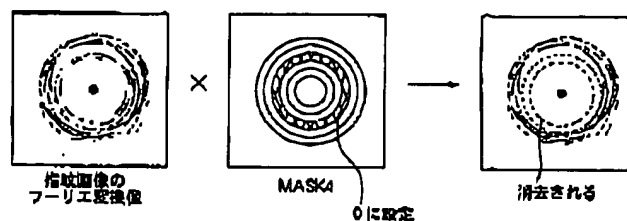
【図9】指紋画像のフーリエ変換面でのマスク処理の一例を示す図である。

【図10】指紋画像のフーリエ変換面でのマスク処理の他の例を示す図である。

【符号の説明】

2…LED（発光ダイオード）、3…FOP（ファイバ・オプティック・プレート）、4…CCDカメラ、5…フレームメモリ、6…表示部、7…操作パネル、8…CPU、9…RAM（ランダム・アクセス・メモリ）、10…HD（ハード・ディスク）、12…照合信号、50…指紋入力部、60…演算処理部、100…人物照合装置。

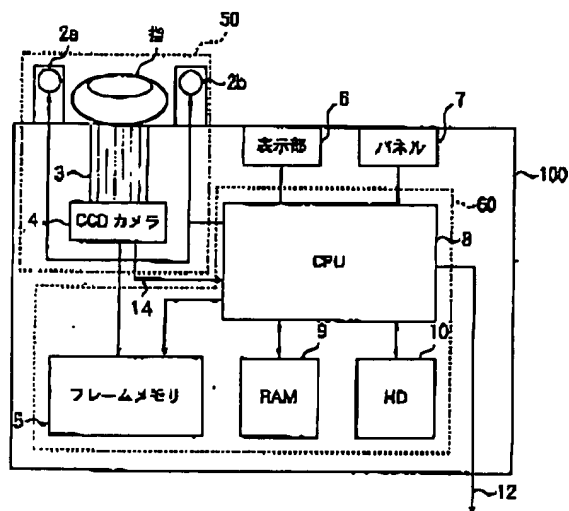
【図10】



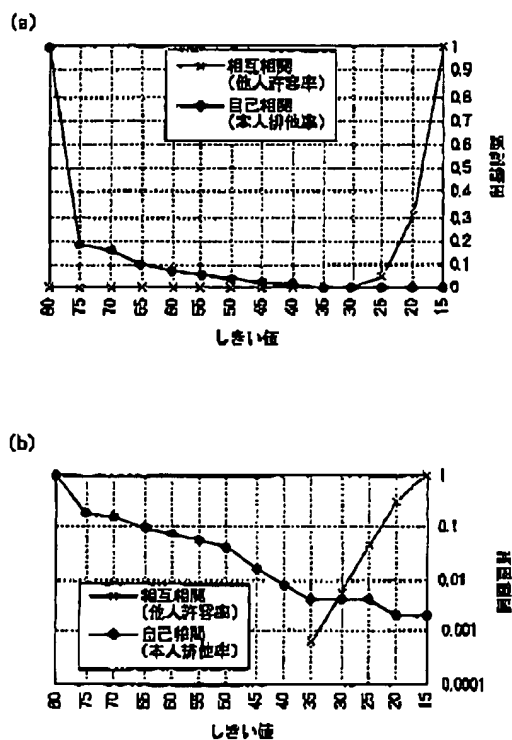
(9)

特開平9-91434

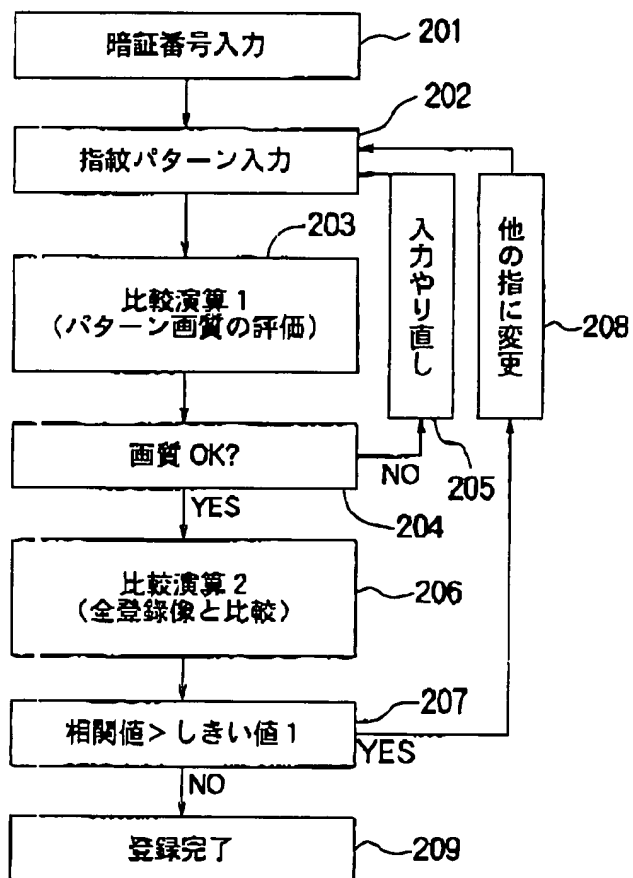
【図1】



【図6】



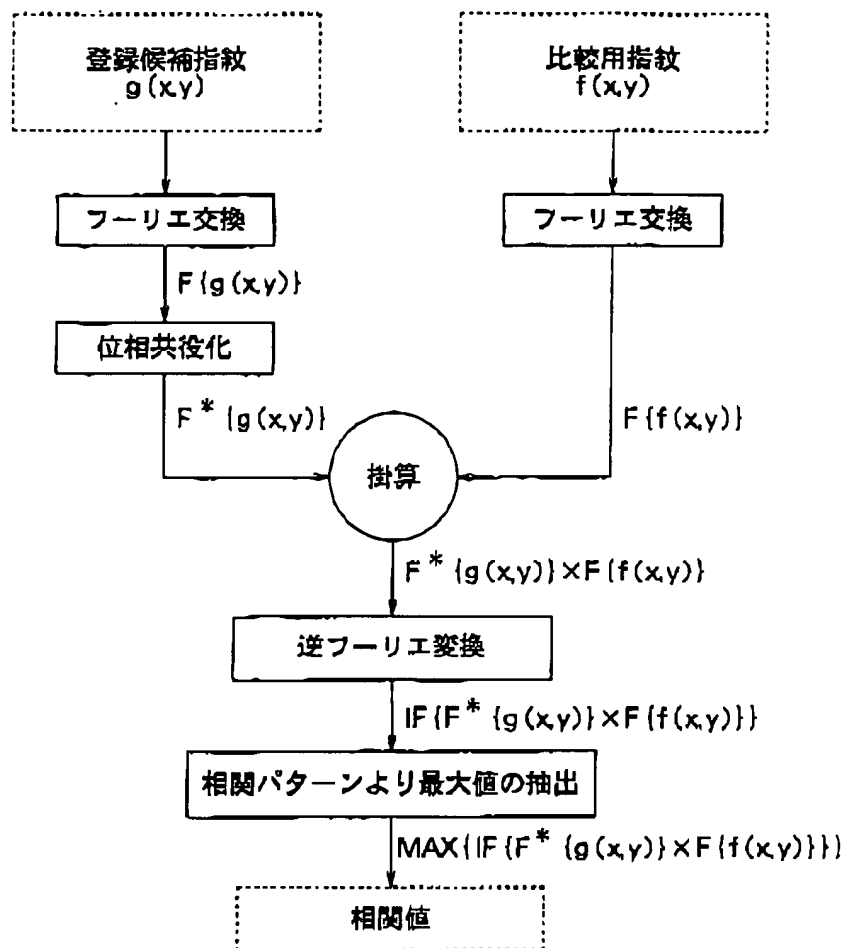
【図2】



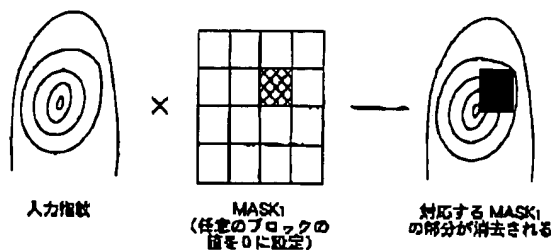
(10)

特開平9-91434

【図3】



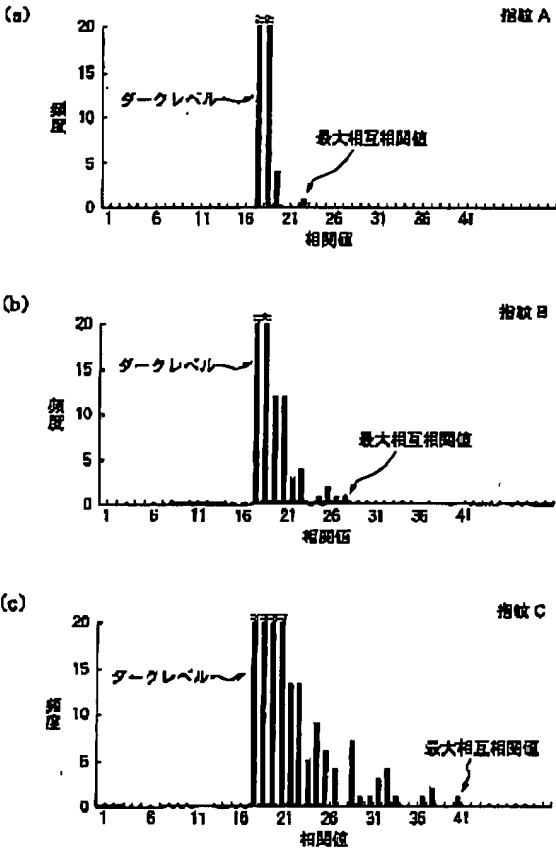
【図7】



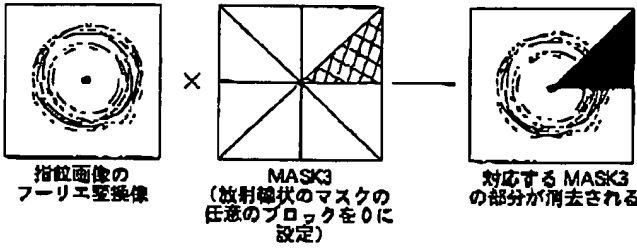
(11)

特開平9-91434

【図4】



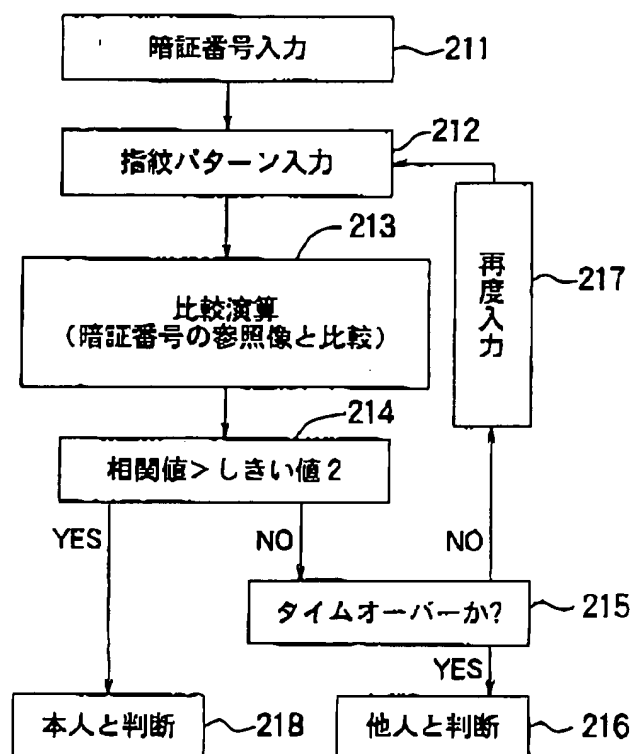
【図9】



(12)

特開平9-91434

【図5】



(13)

特開平9-91434

【図8】

